

CLIPPEDIMAGE= JP02002013533A

PAT-NO: JP02002013533A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2002013533 A

TITLE: MAGNETIC BEARING CONTROL SYSTEM

PUBN-DATE: January 18, 2002

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
TANIGUCHI, MANABU	N/A
MIYAGAWA, HIROTOYO	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
KOYO SEIKO CO LTD	N/A

APPL-NO: JP2000194297

APPL-DATE: June 28, 2000

INT-CL (IPC): F16C032/04

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a magnetic bearing control system which allows safety operation control and maintenance of performance of controlled equipment and the control system, by informing users automatically of the effective dates of maintenance work and prompting to implement the required maintenance work.

SOLUTION: DSP(digital signal processor) 15 not only controls at least the magnetic bearing 23 but also compares the accumulated actual working hours of managed components counted up by a counter 14 at a predetermined maintenance interval. The DSP 15, based on the comparison result, outputs a signal which contains indication of the commencement of the maintenance work of the parts

under control.

COPYRIGHT: (C) 2002, JPO

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-13533

(P2002-13533A)

(43)公開日 平成14年1月18日 (2002.1.18)

(51)Int.Cl.⁷

F 16 C 32/04

識別記号

F I

F 16 C 32/04

テーマコード(参考)

Z 3 J 1 O 2

審査請求 未請求 請求項の数3 O L (全 8 頁)

(21)出願番号

特願2000-194297(P2000-194297)

(22)出願日

平成12年6月28日 (2000.6.28)

(71)出願人 000001247

光洋精工株式会社

大阪府大阪市中央区南船場3丁目5番8号

(72)発明者 谷口 学

大阪市中央区南船場三丁目5番8号 光洋
精工株式会社内

(72)発明者 宮川 裕豊

大阪市中央区南船場三丁目5番8号 光洋
精工株式会社内

(74)代理人 100092705

弁理士 渡邊 隆文

Fターム(参考) 3J102 AA01 BA03 BA19 CA10 CA20

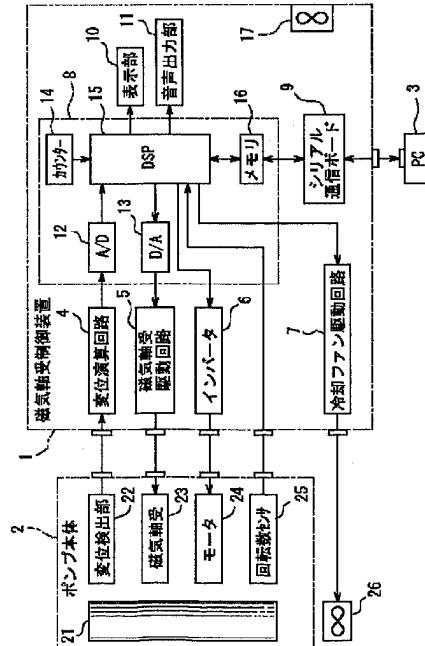
DB05 DB08 DB37 GA06

(54)【発明の名称】 磁気軸受制御装置

(57)【要約】

【課題】 メンテナンス作業の実施時期をユーザーに自動的に通知し、必要なメンテナンス作業の実施を促すことによって制御対象機器及び当該制御装置の安全運転管理及び性能維持を行うことができる磁気軸受制御装置を提供する。

【解決手段】 D S P (デジタル処理手段) 15は、磁気軸受23を少なくとも制御するとともに、カウンター14でカウントされた被管理部品の累積実働時間と予め設定されたメンテナンス時間との比較を行う。D S P 15は、上記比較結果に基づいて、被管理部品のメンテナンス作業の開始を指示する内容の信号を出力する。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】回転体を非接触支持する磁気軸受を制御する磁気軸受制御装置であって、少なくとも前記磁気軸受を制御するデジタル処理手段と、指定された被管理部品の実働時間を累積しカウントするためのカウンターとを備え、前記デジタル処理手段は、前記カウンターでカウントされた被管理部品の累積実働時間と予め設定されたメンテナンス時間との比較を行い、その比較結果に基づいて、前記被管理部品のメンテナンス作業の開始を指示する内容の信号を出力することを特徴とする磁気軸受制御装置。

【請求項2】前記デジタル処理手段は、前記カウンターでカウントされた被管理部品の累積実働時間が予め設定された限界時間を超過したあとは当該制御装置の起動を禁止することを特徴とする請求項1記載の磁気軸受制御装置。

【請求項3】前記デジタル処理手段が、前記カウンターの機能を含んで構成されていることを特徴とする請求項1又は2記載の磁気軸受制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ターボ分子ポンプ（TMP）等の高速回転を行う回転体を磁気浮上させた状態で非接触支持する磁気軸受の制御を行う磁気軸受制御装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来より高速回転を行う回転体の軸受としては、回転体を非接触支持する磁気軸受が知られている。このような磁気軸受を用いた装置には、例えば半導体製造装置などに使用されるターボ分子ポンプ（Turbo Molecular Pump）（以下「TMP」ともいう。）がある。このターボ分子ポンプでは、ポンプを構成する回転体（ロータ）を制御型磁気軸受により非接触支持して電動モータにより回転させる機械本体（ポンプ本体）と、これを制御するコントローラ（磁気軸受制御装置）とを備えたものが知られている。

【0003】近年、上記のようなTMP用磁気軸受制御装置では、デジタル技術の進歩に伴って在來のアナログ制御方式のものからデジタル制御方式のものが主流となってきた。従来のデジタル制御方式のTMP用磁気軸受制御装置には、例えば特開平11-210673号公報に開示されたものがある。この従来のTMP用磁気軸受制御装置は、磁気軸受及び電動モータを制御するDSP（Digital Signal Processor）と、このDSPにおける処理プログラム及び制御パラメータを記憶したフラッシュメモリと、実時間クロックとを備えている。この従来のTMP用磁気軸受制御装置では、上記DSPが実時間クロックの出力に基づいて、運転の履歴及び異常発

2

生の履歴を時刻とともにフラッシュメモリに記憶させて、故障や異常の診断を容易なものとする。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上記ターボ分子ポンプには、耐用年数（寿命時間）が比較的短い電気部品や電子部品が含まれている。具体的にいえば、寿命時間の比較的短いものには、例えば回転体（ポンプ）および制御装置本体などを冷却するための冷却用ファンや電源回路に含まれる充電用大容量電解コンデンサなどがある。これらの部品の寿命時間については、メーカ推奨のメンテナンス作業の実施時期とともに、取扱説明書や仕様書などの書類に記載されている。それゆえ、前記の従来のTMP用磁気軸受制御装置でも、ユーザー側の責任において、メンテナンス作業の実施は可能なものであった。

【0005】ところが、現実には、例えば上記従来のTMP用磁気軸受制御装置では、フラッシュメモリに記憶されている運転の履歴、つまり電源ON及びOFFの時刻から算出して得られるトータルの動作時間と上述の書類に記載された寿命時間との照合あるいは確認の作業の省略や書類の紛失その他の理由によってユーザー側で適切なメンテナンス作業が確実に行われるとは限らず、故障や異常を生じるまで使用される可能性があった。それゆえ、上記従来のTMP用磁気軸受制御装置を用いた場合、ユーザー側でメンテナンス作業が適切に実施されないことにより、ターボ分子ポンプの性能だけでなく、その安全性も低下することがあった。

【0006】上記のような従来の問題点に鑑み、本発明は、メンテナンス作業の実施時期をユーザーに自動的に通知し、必要なメンテナンス作業の実施を促すことによって制御対象機器及び当該制御装置の安全運転管理及び性能維持を行うことができる磁気軸受制御装置を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明の磁気軸受制御装置は、回転体を非接触支持する磁気軸受を制御する磁気軸受制御装置であって、少なくとも前記磁気軸受を制御するデジタル処理手段と、指定された被管理部品の実働時間を累積しカウントするためのカウンターとを備え、前記デジタル処理手段は、前記カウンターでカウントされた被管理部品の累積実働時間と予め設定されたメンテナンス時間との比較を行い、その比較結果に基づいて、前記被管理部品のメンテナンス作業の開始を指示する内容の信号を出力することを特徴としている（請求項1）。

【0008】上記のように構成された磁気軸受制御装置では、デジタル処理手段がカウンターでカウントされた被管理部品の累積実働時間と予め設定されたメンテナンス時間との比較を行い、デジタル処理手段はその比較結果に基づき被管理部品のメンテナンス作業の開始を指示

50

する内容の信号を出力することにより、メンテナンス作業の実施時期をユーザーに自動的に通知する。

【0009】また、上記の磁気軸受制御装置（請求項1）において、前記デジタル処理手段は、前記カウンターでカウントされた被管理部品の累積実働時間が予め設定された限界時間を超過したあとは当該制御装置の起動を禁止することが好ましい（請求項2）。この場合、ユーザーがメンテナンス作業を実施していない場合に、デジタル処理手段が当該制御装置の起動を禁止することにより、メンテナンス作業を強制的に実施させる。

【0010】また、上記の磁気軸受制御装置（請求項1又は2）において、前記デジタル処理手段が、前記カウンターの機能を含んで構成してもよい（請求項3）。この場合、上記カウンターを省略することができるので、当該制御装置の回路規模が小さいものとなる。

【0011】

【発明の実施の形態】以下、本発明の一実施形態による磁気軸受制御装置の好ましい実施形態について、図面を参照しながら説明する。尚、以下の説明では、ターボ分子ポンプに用いられるTMP用磁気軸受制御装置を構成した場合を例示して説明する。

【0012】図1は、本発明の一実施形態による磁気軸受制御装置の構成を示すブロック図である。図1に示すように、ターボ分子ポンプは、この発明の磁気軸受制御装置1、及びポンプ本体2を備えたものであり、磁気軸受制御装置1には外部のコンピュータ、例えばPC（パソコン用コンピュータ）3が双方のデータ通信可能に接続されている。これらの磁気軸受制御装置1、ポンプ本体2、及びPC3は互いに離れた場所に設置されたものであり、例えばケーブル、通信回線などを介して接続されている。

【0013】前記磁気軸受制御装置1には、変位演算回路4、磁気軸受駆動回路5、インバータ6、冷却ファン駆動回路7、DSPボード8、シリアル通信ボード9、表示部10、及び音声出力部11が設けられている。DSPボード8には、A/D変換器12、D/A変換器13、カウンター14、デジタル処理手段としてのDSP15、及びメモリ16が搭載されている。また、磁気軸受制御装置1には、当該制御装置を冷却するための冷却ファン17が内蔵されている。また、磁気軸受制御装置1には、例えば商用交流電源に接続され、DSP15用の直流電源や停電時のバックアップ電源を有する電源回路、及びオルタネート型のランプ付き押しボタン等により構成された操作スイッチが設けられている（図示せず）。

【0014】上記ポンプ本体2には、ポンプを構成する回転体21、回転体21の変位を検出する変位検出部22、回転体21を磁気浮上した状態で支持する磁気軸受23、回転体21を回転駆動するモータ24、回転体21の回転数を検出する回転数センサ25、及びポンプ本

体2に取り付けられ、ポンプ本体2を冷却する冷却用ファン26が設けられている。また、ポンプ本体2には、タッチダウン軸受（図示せず）が設けられ、回転体21の軸方向及び径方向の可動範囲を規制するとともに、当該ポンプ本体2が停止しているときや回転体21の磁気的な非接触支持ができなくなったときなどに、回転体21を接触支持する。

【0015】前記磁気軸受23は、図示を省略した複数の電磁石を有し、それら電磁石の磁気吸引力によって回転体21を軸方向及び径方向にそれぞれ非接触支持するアキシャル磁気軸受及びラジアル磁気軸受を備えている。変位検出部22は、軸方向及び径方向での回転体21の変位を検出するための複数の変位センサを備えている（図示せず）。モータ24は、上記磁気軸受23によって非接触支持された回転体21を回転するものであり、例えば誘導電動機により構成されている。回転数センサ25は、回転体21の回転数を検出するためのものであり、例えば検出した回転数に応じたパルス信号をDSP15に出力する。

【0016】上記磁気軸受制御装置1では、その変位演算回路4、磁気軸受駆動回路5、インバータ6、DSP15、及び冷却ファン駆動回路7が制御対象機器であるポンプ本体2の変位検出部22、磁気軸受23、モータ24、回転数センサ25、及び冷却用ファン26にそれぞれ接続されている。変位演算回路4は、変位検出部22の複数の変位センサの出力信号に基づいて、回転体21の軸方向及び径方向の変位を演算する。変位演算回路4は、演算した軸方向及び径方向の変位にそれぞれ対応する変位信号を生成して、A/D変換器12を介してDSP15に出力する。

【0017】磁気軸受駆動回路5は、磁気軸受23の複数の電磁石に対応して設けられた複数の電力增幅器などを含んで構成され、D/A変換器13を介してDSP15から入力する制御電流信号に基づき磁気軸受23の対応する電磁石に励磁電流を供給する。これにより、回転体21は磁気軸受23によって所定の目標位置に磁気浮上されて非接触支持される。インバータ6は、DSP15から入力する回転数指令信号に基づいて、モータ24の回転を制御する。冷却ファン駆動回路7は、DSP15から入力するファン駆動信号に基づいて、冷却用ファン26の回転駆動を制御する。

【0018】シリアル通信ボード9は、DSPボード8上のメモリ16と外部のPC3との間に接続され、それらの間でデータのシリアル転送を行うシリアルインターフェースとして機能する。表示部10は、例えば液晶ディスプレイを含んで構成され、DSP15からの指令信号に基づいて、例えばメモリ16に予め格納されているメッセージや動画を含む画像を表示する。尚、この表示部10で表示されるメッセージや画像には、当該制御装置の運転履歴情報、ポンプ本体2の動作状況を示す

情報、及びメンテナンス管理に関する情報が含まれている。音声出力部11は、スピーカを含んで構成され、DSP15から入力する指令信号に従って、アラーム音やビープ音などの所定の音を出力する。尚、音声出力部11が、例えば表示部10に表示されているメッセージを、音声で読み上げて発声する構成でもよい。

【0019】カウンター14は、後述の指定された被管理部品の実働時間を累積しカウントするためのものであり、例えば一定のクロックパルスを発生するクロックパルス発振器と、DSP15からの指示信号に基づき上記クロックパルスのカウントを行うカウント部と、カウント部でカウントされた時間を加算し累積実働時間として保持する保持メモリとを備えている（図示せず）。

尚、指定された被管理部品が複数個の場合、カウンター14は、例えばテーブル形式で各々の累積実働時間を記憶して、被管理部品毎に管理する。また、カウンター14は、所定の時間（例えば、1時間）毎、及びDSP15からの要求にしたがって、保持メモリに保持している累積実働時間に現在カウント中の計測時間を加算し、新たな累積実働時間としてDSP15に通知する。

尚、上記の説明以外に、カウンター14でカウントした累積実働時間をDSP15を経てメモリ16に出力し記憶させる構成でもよい。また、カウンター14に、いわゆるカレンダー及び時計機能を付与して現在の日時を管理させ、DSP15が必要に応じて現在の日時を参照できるよう構成してもよい。

【0020】DSP15は、メモリ16に記憶されている処理プログラムに基づいて、磁気軸受23、モータ24、及び冷却用ファン26を制御する。具体的には、DSP15は、A/D変換器12を経て入力した変位演算回路4からの変位信号に基づいて、磁気軸受23の各電磁石に対する制御電流値を演算し、これに対応する制御電流信号をD/A変換器13を介して磁気軸受駆動回路5に outputして、磁気軸受23を制御する。また、DSP15は、回転数センサ25からのパルス信号に基づいて、モータ24の回転数を演算し、演算した回転数に基づき回転数指令信号をインバータ6に出力して、モータ24の回転を制御する。また、DSP15は、例えば前記の演算した回転数に応じて、冷却用ファン26の駆動回転数を決定し、これに対応するファン駆動信号を冷却ファン駆動回路7に出力して、冷却用ファン26の回転駆動を制御する。尚、この説明以外に、例えば温度センサをポンプ本体2に設けて、DSP15が前記温度センサから得られるポンプ本体2の周囲温度に基づき冷却用ファン26の駆動回転数を決定し、その冷却用ファン26を制御してもよい。

【0021】また、DSP15は、上記処理プログラムに基づいて、当該制御装置及びポンプ本体2（制御対象機器）のメンテナンス管理を行う。具体的には、本実施形態の磁気軸受制御装置1では、当該制御装置及びボ

ンプ本体2に含まれた電気部品や電子部品等の構成部品のうち、耐用年数（寿命時間）が比較的短い構成部品が、例えば工場出荷時に被管理部品として指定されて、その被管理部品のメンテナンス作業の開始をユーザーに推奨するメンテナンス時間及びその被管理部品の交換をユーザーに推奨する限界時間とともに、メモリ16に登録されている。DSP15は上記カウンター14でカウントされた被管理部品の累積実働時間とメモリ16に予め設定されているメンテナンス時間との比較を行い、10その比較結果に基づいて、上記被管理部品のメンテナンス管理を行う。詳細には、DSP15は、例えばカウントされた累積実働時間が前記のメンテナンス時間を経過したときに、DSP15はその被管理部品のメンテナンス作業の開始を指示する内容の信号であるアラーム信号を上記指令信号に含めて表示部10及び音声出力部11に出力する。これにより、表示部10では、その被管理部品のメンテナンス作業の開始を促すメッセージや画像が表示される。また、音声出力部11では、メンテナンス作業の開始を促すアラーム音等が出力される。

【0022】尚、上記メンテナンス作業の開始を促すメッセージ及び画像として、その被管理部品の具体的な点検作業の実施の仕方、点検作業でのチェック項目、点検箇所などのユーザーが最適なメンテナンス作業を行うために必要な情報を含めてもよい。また、これらのメッセージや画像は、メモリ16以外に、例えばPC3に内蔵されたハードディスクなどの外部のデータ記録装置に格納して、DSP15が必要に応じてシリアル通信ボード9を介して上記データ記録装置から読み出して表示部10で表示させる構成でもよい。また、上記の説明では、カウンター14でカウントされた累積実働時間が予め設定されたメンテナンス時間を経過したときに、DSP15がアラーム信号を出力する構成について説明したが、カウンター14でカウントされている累積実働時間が上記メンテナンス時間に達する前の所定の時間範囲内に達したときに、DSP15がアラーム信号を出して、メンテナンス作業の実施時期を予告する構成でもよい。

【0023】また、DSP15は、上記被管理部品の累積実働時間が予め設定された限界時間を超過したあとは、操作スイッチによるユーザーの動作指示にかかわらず、当該制御装置の起動を禁止して、ポンプ本体2の駆動も禁止する。さらに、DSP15は、当該制御装置の起動を禁止したことを示す信号であるフェイラー（立ち上げ不能）信号を上記指令信号に含めて表示部10及び音声出力部11に出力する。これにより、表示部10では、当該制御装置及びポンプ本体2が立ち上げ不能な状態であることを示すメッセージや画像が表示される。また、音声出力部11では、上記立ち上げ不能な状態であることを示すビープ音等が出力される。尚、表示部10及び音声出力部11が、立ち上げ不能な状態であるこ

とに加えて、被管理部品の交換を要求する内容のメッセージなどをユーザーに通知する構成でもよい。

【0024】また、DSP15がポンプ本体2を駆動制御しているときに、カウンター14でカウントされている累積実働時間が限界時間を超過したことを検知した場合は、DSP15は上記のようにフェイラー信号を表示部10及び音声出力部11に出力して、立ち上げ不能な状態であることをユーザーに通知するとともに、ポンプ本体2の駆動を所定の時間後に停止する内容のメッセージなどを表示部10及び音声出力部11から出力して、ポンプ本体2が停止されることをユーザーに通知する。尚、上記の説明以外に、当該制御装置の起動及びポンプ本体2の駆動の禁止を行う前に、DSP15が被管理部品の累積実働時間が限界時間に達することを示すメッセージや画像を表示するよう指示する内容の信号を上記指令信号に含めて表示部10に出力し、そのメッセージや画像を表示部10で表示して、当該制御装置の起動及びポンプ本体2の駆動が禁止されることをユーザーに予告する構成でもよい。

【0025】また、メンテナンス作業を終了したことがDSP15に入力されると、DSP15はカウンター14にリセット信号を出力して、累積実働時間をリセットさせる。尚、このメンテナンス作業の終了は、例えばユーザーがテンキーを備えたキーボードなどのデータ入力手段(図示せず)を操作することによってDSP15に入力される。また、前記の説明以外に、例えばタッチパネルをデータ入力手段として表示部10に設けて、メンテナンス作業の終了をDSP15に入力する構成でもよい。

【0026】また、上記のようなDSP15でのメンテナンス時間及び限界時間を用いたメンテナンス管理では、当該制御装置及びポンプ本体2の構成部品のうち、耐用年数の最も短いものだけを被管理部品として登録し、メンテナンス時間を経過したときに当該制御装置及びポンプ本体2全体のメンテナンス作業の実施時期としてユーザーに通知することも可能であり、また複数の被管理部品を登録して、被管理部品毎にそのメンテナンス作業の実施時期をユーザーに通知することも可能である。

【0027】また、上記被管理部品としては、例えばポンプ本体2に取り付けられた冷却用ファン26、制御装置に内蔵された冷却ファン17および電源回路に用いられている充電用大容量電解コンデンサなどがある。これらの冷却用ファン26、制御装置に内蔵された冷却ファン17および充電用大容量電解コンデンサのメンテナンス時間及び限界時間として設定される具体的な時間は、例えばそれぞれ44000時間(約5年)及び52000時間(約6年)である。尚、本実施形態の磁気軸受制御装置1では、上記データ入力手段によってユーザー側で被管理部品、そのメンテナンス時間及び限界時間の追

加登録を行うことができる。また、被管理部品のメンテナンス時間及び限界時間は、その被管理部品の使用環境や使用条件などによってメモリ16に予め設定されているものより短くしなければならない場合がある。具体的には、上記の冷却用ファン26及び充電用大容量電解コンデンサでは、それぞれ使用環境温度及び入力電圧の高周波成分の有無によってメンテナンス時間及び限界時間を上述の設定時間よりも短くしなければならない場合がある。このような場合に対処するために、本実施形態の磁気軸受制御装置1では、上記データ入力手段によってユーザー側でメンテナンス時間及び限界時間を短く変更することができるよう構成されている。

【0028】メモリ16は、好ましくはフラッシュメモリ、EPROM、EEPROMなどの不揮発性メモリにより構成され、DSP15用の上記処理プログラム、被管理部品のメンテナンス時間及び限界時間、及びアラーム信号及びフェイラー信号に対応したメッセージや画像のほか、その処理プログラムに用いられる磁気軸受23の制御パラメータ等の処理プログラムを実行するさいに必要な係数なども格納される。また、メモリ16には、当該制御装置及びポンプ本体2の運転履歴情報、詳細には電源ONのトータル時間、磁気軸受23の作動のトータル時間、回転体21のトータル回転時間などが、例えばテーブル形式で保存される。

【0029】上記のように構成された磁気軸受制御装置1では、その操作スイッチが操作され、ユーザーの動作指示が入力されると、DSP15はまず制御電流信号をD/A変換器13を介して磁気軸受駆動回路5に出力して、磁気軸受23を駆動させ回転体21をタッチダウン軸受から磁気浮上させて目標位置に非接触支持させる。続いて、DSP15は、回転数指令信号をインバータ6に出力して、モータ24を駆動させ回転体21を所望の回転数で回転させて、ポンプ本体2の運転を続ける。その後、操作スイッチが操作されて、ユーザーの停止指示が入力されると、DSP15はインバータ6に回転を停止するための回転停止指令信号を出力して、モータ24及び回転体21を停止させる。続いて、DSP15は、磁気軸受23の電磁石への通電を停止するための通電停止信号をD/A変換器13を介して磁気軸受駆動回路5に出力して、磁気軸受23による回転体21の支持を停止させて、回転体21をタッチダウン軸受に支持させる。磁気軸受制御装置1は、ポンプ本体2を上記のように運転するとともに、指定された被管理部品のメンテナンス管理を行う。

【0030】ここで、磁気軸受制御装置1でのメンテナンス管理の具体的な動作について、図1と図2を用いて説明する。尚、以下の説明では、説明の簡略化のために、冷却用ファン26に対するメンテナンス管理の動作を例示して説明する。図2は、図1に示した磁気軸受制御装置の動作例を示すフローチャートである。図2に示

すように、DSP 15は電源がONされたかどうかについて判別し（ステップS1）、電源がONされたことを検知したとき、DSP 15はカウンター14に冷却用ファン26の通電時間をカウントするよう指示する。尚、このDSP 15からカウンター14への指示は、当該DSP 15が冷却ファン駆動回路7に冷却用ファン26を駆動するよう指示するファン駆動信号を出力した後に行われる。これにより、カウンター14は、冷却用ファン26が実際に通電された時間（実働時間）を計測することができる。続いて、カウンター14は、所定の時間毎、及びDSP 15からの要求に応じて、カウントしている冷却用ファン26の累積実働時間をDSP 15に通知する（ステップS2）。

【0031】次に、DSP 15は、カウンター14から冷却用ファン26の累積実働時間を取得すると、冷却用ファン26のメンテナンス時間及び限界時間をメモリ16から読み出して、それらの累積実働時間とメンテナンス時間及び限界時間との比較を行う（ステップS3）。その累積実働時間がメンテナンス時間を経過していない場合、上記ステップS2に戻る。また、冷却用ファン26の累積実働時間がそのメンテナンス時間を経過している場合、DSP 15は、上記のように、アラーム信号を含んだ指令信号を表示部10及び音声出力部11に出力して、冷却用ファン26のメンテナンス作業の開始をユーザーに促す（ステップS4）。これにより、冷却用ファン26のメンテナンス作業の実施時期をユーザーに通知して、適切なメンテナンス作業をユーザーに実施させることができる。

【0032】また、上記ステップS3において、冷却用ファン26の累積実働時間がその限界時間を超過している場合、DSP 15は、上記のように、当該制御装置の起動及びポンプ本体2の駆動を禁止するとともに、フェイラー信号を表示部10及び音声出力部11に出力する（ステップS5）。これにより、冷却用ファン26を交換する必要があることをユーザーに通知するとともに、当該制御装置の起動及びポンプ本体2の駆動を禁止することによってユーザーに強制的にメンテナンス作業を実施させることができる。

【0033】以上のように、本実施形態の磁気軸受制御装置1では、DSP 15が被管理部品の累積実働時間と予め設定されたメンテナンス時間とを比較して、その比較結果に基づいて、その被管理部品のメンテナンス作業の開始を指示する内容の信号を出力するので、メンテナンス作業の実施時期をユーザーに自動的に通知することができる。これにより、この磁気軸受制御装置1では、上記被管理部品の必要なメンテナンス作業の実施を促すことができ、そのメンテナンス作業の実施によってポンプ本体2及び当該制御装置の安全運転管理及び性能維持を行うことができる。

【0034】尚、上記の説明では、磁気軸受制御装置1

をターボ分子ポンプに用いた例について説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、回転体を非接触支持する磁気軸受の制御を行う制御装置であれば何等限定されるものではない。具体的には、磁気軸受を用いたスピンドルを有する旋盤、マシニングセンタ、研削盤などの工作機械や、磁気軸受を用いたコンプレッサ、プロアなどの流体機械や、フライホイールなどに用いられる磁気軸受の制御装置として本発明の磁気軸受制御装置1を好適に適用することができる。

10 【0035】また、上記の説明では、デジタル処理手段をDSP 15により構成した例について説明したが、デジタル処理手段は所定の処理プログラムによって少なくとも磁気軸受23を制御できるものであればよい。具体的には、DSP 15に代えて、例えばMPU（マイクロプロセッサユニット）をデジタル処理手段として用いることもできる。また、上記の説明では、カウンター14をDSP 15と別個に設けた構成について説明したが、本発明の実施形態はこれに限定されるものではなく、指定された被管理部品の実働時間を累積しカウントするという、上記カウンターの機能をDSPで実施するよう構成してもよい。このようにカウンターの機能をDSPに含めた場合では、カウンター14を省略することができるので、当該制御装置の回路規模を小型化することができる。

【0036】また、上記の説明では、表示部10及び音声出力部11を磁気軸受制御装置1に設けた構成について説明したが、これらの表示部10及び音声出力部11の少なくとも一方を省略することも可能である。例えば表示部10で表示するメッセージや画像をシリアル通信ボード9を介してメモリ16からPC 3に出力し、そのPC 3に接続されたCRT等のディスプレイに表示する場合では、表示部10を省略することができる。また、磁気軸受制御装置1とPC 3との接続方法は、上記シリアル転送を行うシリアル通信ボード9に限定されるものではなく、例えばモジュールを設けて当該磁気軸受制御装置1とPC 3とを接続して、パケット方式による双方向のデータ通信が行える構成でもよい。

【0037】

【発明の効果】以上のように構成された本発明は以下の効果を奏する。請求項1の磁気軸受制御装置によれば、デジタル処理手段がカウンターでカウントされた被管理部品の累積実働時間と予め設定されたメンテナンス時間との比較を行い、デジタル処理手段はその比較結果に基づいて、上記被管理部品のメンテナンス作業の開始を指示する内容の信号を出力するので、メンテナンス作業の実施時期をユーザーに自動的に通知することができる。これにより、この磁気軸受制御装置では、上記被管理部品の必要なメンテナンス作業の実施を促すことができ、そのメンテナンス作業の実施によって制御対象機器及び当該制御装置の安全運転管理及び性能維持を行うことができる。

できる。

【0038】請求項2の磁気軸受制御装置によれば、上述の累積実働時間が限界時間を越えたあとは、当該制御装置の起動がデジタル処理手段により禁止されるので、被管理部品のメンテナンス作業を強制的に実施させることができ、制御対象機器及び当該制御装置の安全運転管理及び性能維持をより確実に行うことができる。

【0039】請求項3の磁気軸受制御装置によれば、カウンターをデジタル処理手段に含めているので、カウンターを省略して当該制御装置の回路規模を小さくすることができるとができる。

【図面の簡単な説明】

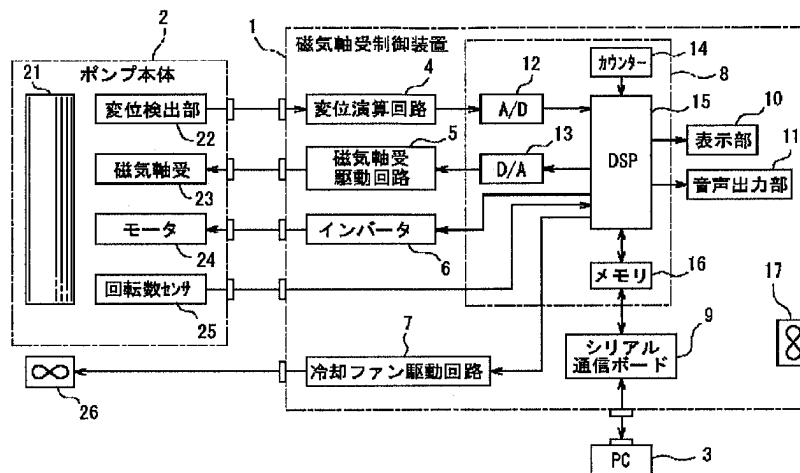
【図1】本発明の一実施形態による磁気軸受制御装置の構成を示すブロック図である。

【図2】図1に示した磁気軸受制御装置の動作例を示すフローチャートである。

【符号の説明】

1	磁気軸受制御装置
14	カウンター
15	DSP (デジタル処理手段)
21	ポンプ本体
22	変位検出部
23	磁気軸受
24	モータ
25	回転数センサ
26	∞
4	変位演算回路
5	磁気軸受駆動回路
6	インバータ
7	冷却ファン駆動回路
8	カウンター
9	メモリ
10	表示部
11	音声出力部
12	A/D
13	D/A
16	シリアル通信ボード
17	8
18	PC
19	DSP
20	モータ駆動回路

【図1】



【図2】

